



Prezentacja nauki to sztuka  
ISBN 978-83-969444-2-9, Antologie AVANT  
<https://doi.org/10.26913/ava2202305>



## Komunikowanie nauki: narzędziownia

**Łukasz Afeltowicz** 

Katedra Studiów nad Społeczeństwem i Technologią  
Wydział Humanistyczny, AGH  
[alf@agh.edu.pl](mailto:alf@agh.edu.pl)

Przyjęto 9-08-2023; zaakceptowano 25-10-2023; pierwsza publikacja: 30-11-2023.

### Abstrakt

Tekst ten prezentuje kilka różnych sposobów popularyzowania wiedzy naukowej. Nie ma on charakteru naukowego w tym sensie, że nie stanowi sprawozdania z systematycznych studiów literatury czy badań empirycznych. Jest to narzędziownia: repozytorium, do którego możemy sięgnąć w poszukiwaniu narzędzi pomocnych przy rozwiązywaniu jakiegoś problemu. Tekst oferuje trzy narzędzia. Pierwszym z nich jest typologia form uczestnictwa w nauce. Typologię też traktuję jako narzędzie, gdyż definiowanie problemu można traktować jako część procesu rozwiązywania problemu. To ważne, by rozumieć, że istnieją różne formy popularyzacji nauki i obywatelskiego uczestnictwa w nauce: każda z tych form wymaga innych kompetencji i sprawdzi się w innej sytuacji. Ważne jest też, by rozumieć, że istnieje różnica między komunikacją naukową (czyli tym, co robią naukowcy i naukowczynie w ramach swojej pracy) a komunikacją nauki (czyli upowszechnianiem wyników badań naukowych poza naukę). Są to dwa różne tryby komunikacji i wymagają osobnych umiejętności. Drugim narzędziem jest zestaw heurystyk, które mogą zainteresować osoby już parające się komunikacją naukową, a miewające trudności z komunikacją nauki. Ostatnim narzędziem jest propozycja listy kontrolnej popularyzatora / popularyzatorki nauki. Bazuje ona na moich własnych doświadczeniach. Każda osoba zainteresowana komunikacją nauki może sprawdzić to narzędzie w działaniu, zmodyfikować je pod kątem siebie lub stworzyć własną listę, do czego zachęcam.

**Słowa kluczowe:** popularyzowanie nauki; typologia; heurystyka; lista kontrolna; formy uczestnictwa w nauce

## 1. Drabina form uczestnictwa w nauce

Obecnie dysponujemy sporym asortymentem metod i technik prezentowania treści naukowych osobom spoza nauki wykraczającym poza standardowy wykład lub prezentację: podcasty, streamingi, gry naukowe etc. Ponadto obecnie obywatele i obywatelki coraz częściej nie tylko odbierają naukę, ale także odnoszą się do niej (czasami krytycznie), uczestniczą w niej i ją współtworzą. Proponuję uporządkować różne formy nawiązywania relacji nauki z obywatelami i obywatelkami za pomocą modelu: drabiny uczestnictwa w nauce.

Wzorując się na drabinie partycypacji pomysłu Sherry Arnstein (1969), można wyróżnić przynajmniej pięć szczebli reprezentujących różne poziomy uczestnictwa obywateli i obywaterek w nauce. Dla każdego poziomu charakterystyczne będą różne metody i techniki wpływania na i komunikowania się z obywatelami. Proponuję następujących pięć szczebli: (1) model deficytowy, (2) nauka nienachalna, (3) nauka jako rozrywka, (4) nauka przeddziałanie, (5) nauka obywatelska. Wspinanie się na kolejne szczeble drabiny będzie wymagało od obywateli i obywaterek coraz większych nakładów pracy i wyćwiczenia nowych kompetencji. Zresztą im wyżej, tym trudniej jest również osobom komunikującym. Istotne jest też, że na kolejnych poziomach nauka prezentowana jest w nowy sposób. Zaczniemy omówienie drabiny od samego dołu.

### *Szczebel 1. Model deficytowy*

W modelu deficytowym nauka prezentowana jest jak czarna skrzynka. Obywatele mają przyjąć do wiadomości przedstawiane informacje: nie muszą wiedzieć skąd coś wiadomo lub jak bardzo jesteśmy pewni danej wiedzy. Wiedza przekazywana w tym trybie jest mocno okrojona. Czasami wręcz sprowadza się do zapewnień o tym, że dane zjawisko nie stwarza zagrożenia lub że lęki przed daną technologią są nieuzasadnione. Na tym szczeblu mamy niekiedy do czynienia nie tyle z komunikacją nauki, ile z prezentacją opinii ludzi nauki na temat określonych zjawisk.

Komunikacja w ramach modelu deficytowego odbywa się jednokierunkowo: eksperci i ekspertki uzupełniają to co sami rozpoznają jako deficyt wiedzy obywateli i obywaterek. Komunikacja taka może przyjąć postać „terapii”, w ramach której ludzie nauki próbują skorygować błędne wyobrażenia, obalić teorie spiskowe etc.

Model deficytowy bierze swoją nazwę nie tylko od tego, że zakłada istnienie deficytu wiedzy u odbiorców i odbiorczyń; model ten jest deficytowy, gdyż nie pozwala rozwiązać szeregu problemów z komunikowaniem nauki. Po pierwsze, model deficytowy sprzyja wyrabianiu błędnych wyobrażeń na temat tego, jak działa nauka. W tym modelu nauka ujmowana jest jako gotowy, niezmienny i monolityczny byt (zob. Latour 1987). Tymczasem na naukę składa

się wiedza o różnym stopniu empirycznej wiarygodności. Wiedza, którą dysponujemy nie jest pełna. Wiele faktów jest rewidowanych. Wreszcie wciąż dowiadujemy się nowych rzeczy. . Jeśli przekazujemy komuś w danym momencie wiedzę, która po pewnym czasie zostanie zrewidowana i będziemy chcieli potem zaktualizować ten komunikat, to mamy sporą szansę, że wywołamy u tej osoby dysonans poznawczy i obniżymy jej zaufanie do nauki.

Po drugie, model deficytowy nie sprawdza się w bezpośredniej konfrontacji z teoriami spiskowymi. Prezentowanie aktualnej wiedzy zwolennikom i zwolenniczkom teorii spiskowych często przynosi efekty odwrotne od zamierzonych: pod wpływem prób „terapii” osoby te jeszcze bardziej upewniają się w swoich poglądach. Związane jest to z motywacjami, dla których ludzie oddają się teoriom spiskowym. Teorie spiskowe mają bardzo charakterystyczną strukturę (Pipes, 1998). Prezentują świat według następującego schematu: (a) istnieją spiskujące osoby bądź organizacje, (b) większość ludzi jest tego nieświadoma i posłuszenie realizuje interesy spiskowców i spiskowczyń, (c) świadoma mniejszość nie poddaje się z góry narzuconemu dyktatowi. Oczywiście zwolennicy i zwolenniczki teorii spiskowych zaliczają się do tej mniejszości, a edukatorów i edukatorki traktują jako przedstawicieli większości lub spiskowców. Sam akt edukowania może zostać uznany za dowód istnienia spisku. Próbując uporać się z teoriami spiskowymi nie wolno zapominać, że są one nie tylko konstruktami intelektualnymi, ale również afektywnymi.

Po trzecie, komunikowanie deficytowe nie zachęca odbiorców i odbiorczyń do samodzielnego pogłębiania wiedzy. Pobieżne, „domknięte” narracje tego typu mają szansę negatywnie wpłynąć na poziom literackości naukowej.

Podobnie jak w przypadku drabiny Arnestein, niskie szczeble są nie tyle wstępem lub warunkiem koniecznym dla partycypacji obywatelskiej (w naszym wypadku w wiedzy naukowej), ile czymś, co należy przezwyciężyć i czego należy unikać. Przejdźmy na wyższy poziom.

### ***Szczebel 2. Nauka nienachalna***

Na szczeblu pierwszym ludzie są edukowani i uświadamiani, nawet wtedy, gdy nie wyrażali woli, by znaleźć się w takiej pozycji. Szczebel drugi różni się od pierwszego tym, że w tym przypadku nie mamy do czynienia z nachalnym, apodyktycznym komunikatem. Komunikacja zostaje ograniczona do osób, które są wstępnie zainteresowane nauką.

Na tym szczeblu pojawia się nowa jakość jaką jest zaufanie do odbiorców i odbiorczyń. Ufa się tu w kompetencje osób poszukujących wiedzy: przekaz nie musi być prymitywny, ani skrótowy. Ufa się tu też w dobrą wolę osób poszukujących wiedzy: komunikując, nie trzeba zakładać, że nasz komunikat zostanie przeinaczony i wykorzystany w sposób niezgodny z naszymi intencjami. Zau-

fanie jest ważne, gdyż pozwala eksponować kontekst odkrycia wiedzy, wskazywać na pytania, na które nauka nie zna jeszcze odpowiedzi, a także ukazywać błędy, które nauka popełniła. To zaufanie do obywateli i obywaterek z każdym kolejnym szczeblem będzie rosło.

Drugi poziom popularyzacji obejmuje różnego rodzaju programy edukacyjne, podcasty, serwisy i portale, a także klasyczne publikacje książkowe i czasopiśma. Jako adresaci i adresatki treści naukowych możemy korzystać z nich, ale to my musimy wyrazić chęć, a nawet zainwestować własne zasoby w wiedzę: przeznaczyć nasz czas na wyszukiwanie treści, wydać pieniądze na subskrypcje i prenumeraty. Mamy tu do czynienia z dość standardowymi materiałami edukacyjnymi, zbliżonymi do podręczników szkolnych.

Nauka nienachalna dotrze do wąskiego grona osób, które posiadają pewien startowy poziom literackości naukowej: odczuwają potrzebę wiedzy i potrafią ją przyswajać. Jeśli chcielibyśmy dotrzeć do szerszego grona odbiorców i odbiorczyń, musimy wejść na wyższy poziom komunikacji.

### ***Szczebel 3. Nauka jako rozrywka***

Na szczeblu trzecim pojawiają się techniki, które pozwalają dotrzeć do osób, które nie są ani zorientowane w nauce, ani w jakiś szczególny sposób nią zainteresowane. Ten poziom to komunikaty w stylu *edutainment*. Nauka zostaje tu „opakowana” w treści rozrywkowe lub sama staje się rozrywką. Na pierwszy plan wysunięta zostaje zabawa. Treści naukowe stają się angażujące, przyciągają uwagę osób o różnym poziomie literackości naukowej.

Ten poziom to domena „popularyzatorów-celebrytów”, którzy prezentują odkrycia naukowe z biglem i charyzmą. Modelowym przykładem jest tu Neil deGrasse Tyson, który nie tylko tworzy treści popularyzujące naukę, ale sam również zyskał popularność, stając się figurą w kulturze popularnej: gości w rozmaitych programach rozrywkowych, komentuje bieżące sprawy publiczne, bywa obiektem żartów.

Innym ciekawym przykładem popularyzatora obracającego naukę w rozrywkę jest Kyle Hill: w swoim programie *Because Science*<sup>1</sup> analizuje on postacie i wydarzenia z uniwersów Gwiezdnych wojen, DC i Marvel etc. w kategoriach fizyki, chemii, biologii etc. rozważa na poważnie biologię zmyślonych stworzeń, moce superbohaterów, fikcyjne technologie. Większość programów Hilla ma lekki i zabawny ton, a sam popularyzator prezentuje w nich wiedzę z entuzjazmem i egzaltacją. Ale Hill tworzy również treści poważne, takie jak materiał o Psach Czarnobyli<sup>2</sup> czy swoim własnym autyzmie<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.youtube.com/@becausescience/about>

<sup>2</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=bmVGwOP\\_zi8&ab\\_channel=KyleHill](https://www.youtube.com/watch?v=bmVGwOP_zi8&ab_channel=KyleHill)

<sup>3</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=bgV26ol51UM&ab\\_channel=KyleHill](https://www.youtube.com/watch?v=bgV26ol51UM&ab_channel=KyleHill)

Domyślnym formatem popularyzacji nauki na trzecim szczeblu naszej drabiny stają się krótkie formy wideo. Hhodzi nie tylko o kilkunastominutowe lub kilkuminutowe formy dostępne na kanałach YouTube, ale również o dużo krótsze formy typu YouTube Shorts. Podczas przewijania „szortów” na smartfonie możemy trafić na krótkie wypowiedzi deGrasse Tysona lub fragmenty wywiadów z nim. Przewijają się tu też popularyzatorzy nauki i osoby, które specjalizują się w tworzeniu form poniżej minuty. Jednym z takich twórców jest Hank Green (a właściwie William Henry Green II), vloger, który założył i współtworzy treści dla SciShow<sup>4</sup>. Innym popularyzatorem nauki, na którego treści można trafić przewijając szorty jest Nigel Braun, którego głos objaśnia przebieg eksperymentów chemicznych prezentowanych na kanale NileRed<sup>5</sup>.

Specyficzną odmianą nauki podniesionej do rangi rozrywki są rozmaite wizualizacje oraz performanse ukazujące piękno odkryć naukowych. Olśniewające prezentacje makroświata lub mikroświata, wizualizacje mechanizmów i zależności<sup>6</sup>. Mogą to być również stanowiska i wydarzenia towarzyszące rozmaitym festiwalom, w ramach których stymuluje się rozmaite zmysły osób uczestniczących w większym wydarzeniu.

Charakterystyczne dla trzeciego szczebla jest to, że te formy popularyzacji nauki są rozrywką, która wymaga od odbiorców i odbiorczyń minimalnej aktywności oraz uwagi. Po prostu oglądamy programy rozrywkowe, śledzimy nowe materiały na kanałach YouTube, przechodzimy koło stanowiska festiwalowego lub przewijamy krótkie formy wideo.

Nowością, która pojawia się na tym szczeblu, jest komunikat brzmiący „Nauka może być wciągająca i zabawna!”. To ważne, gdyż chęć rozwiązywania łamigłówek i problemów to jedna z kluczowych motywacji, dla których ludzie podejmuje się zawodowo badań naukowych. Badania naukowe w istocie są wymagającą i potencjalnie nagradzającą grą intelektualną. Nauce towarzyszą też rozmaite zachwyty estetyczne. Trzeci poziom daje namiastkę tego, jak czują się ludzie nauki w wybranych momentach swojej pracy.

#### ***Szczebel 4. Nauka przez działania***

Na poziomie czwartym nauka staje się nie tylko zabawna, ale również wymagająca: domaga się od odbiorców i odbiorczyń aktywności, także tej fizycznej. W ramach inicjatyw, które podpadają pod ten typ popularyzacji nauki, jesteśmy zapraszani do udziału w eksperymentach lub sami możemy je przeprowadzić. Nie chodzi wyłącznie o dostępne w sklepach zestawy do samodzielnego przeprowadzania eksperymentów adresowane głównie do dzieci i młodzieży:

---

<sup>4</sup> <https://www.youtube.com/@SciShow/about>

<sup>5</sup> <https://www.youtube.com/@NileRed/about>

<sup>6</sup> Zob. np. <https://shorthand.com/the-craft/12-examples-of-stunning-science-comms/index.html>

kluczową rolę odgrywają tu rozmaite edukacyjne centra nauki i techniki, zwane również muzeami nauki lub parkami edukacyjnymi. Są to miejsca, których oferta adresowana jest do całych rodzin. Wyposażone są one w dedykowane urządzenia pozwalające wywoływać i demonstrować wybrane zjawiska fizyczne. Typowe sekcje takich parków obejmują zjawiska optyczne, w tym demonstracje złudzeń optycznych, zjawiska akustyczne, zjawiska z zakresu dynamiki płynów, zjawiska magnetoelektryczne, mechanikę i zjawiska związane z grawitacją czy stanowiska fizyki laserów. Standardowo stanowisko w parku edukacyjnym pozwala jednej osobie własnoręcznie wywołać zjawisko. Bardziej pomysłowe stanowiska pozwalają potestować różne warianty sytuacji i przeprowadzić prosty eksperyment, który unaocznia, co się zmieni na wyjściu, jeśli zmienimy parametry wejściowe. Najbardziej spotykane są instalacje, których obsługa wymaga zaangażowania co najmniej dwóch osób.

Parki i muzea nauki wymagają skupienia i aktywności gości i gościń. Trzeba zapoznać się z instrukcją, poprawnie wykonać zadanie i zinterpretować to, co się wydarzyło. Czasami zestawy wymagają pracy zespołowej, krytycznej dyskusji i rozwiązywania niecodziennych problemów. Niebagatelne znaczenie ma też to, że trzeba do parków i muzeów trzeba dotrzeć, a ich zwiedzanie może zająć długie godziny.

Bez względu na to, jak przemyślany będzie centrum edukacyjne, to zainstalowane w nim urządzenia pozwalają tylko odtworzyć odkrytą już przez kogoś wiedzę. Istnieje zasadnicza różnica między eksperymentem edukacyjnym, który demonstruje coś, co już wiemy, a badawczym, w ramach którego wytwarza się nową wiedzę. Odkrywaniu towarzyszy wysoki poziom niepewności. A niepewność to codzienność w badaniach naukowych. Eksperymenty często się nie udają, w danych pojawiają się anomalie, artefakty są trudno odróżnialne od faktów, nie wiemy jakie istotne, acz nieznanne nam czynniki wpływają na to, jakie dane uzyskujemy. Nie wiemy też, czy nasze dane nie wzbudzą gorącej kontrowersji w środowisku naukowym. Historia nauki w nie obfituje (Collins, Pinch, 1998). Osoby parające się badaniami dopiero uzyskują względną pewność co do ustaleń empirycznych, dopiero gdy wyniki zostaną zreplikowane przez inne zespoły, a i to nie gwarantuje, że wiedza ta w nieokreślonej przyszłości nie zostanie zakwestionowana.

Centra nauki i techniki mają ambiwalentny stosunek do niepewności i kontrowersji w nauce. Warto odwołać się tu do badań Katarzyny Tamborskiej (2023), która badała funkcjonowanie tych organizacji. W teorii personel centrów stara się ukazywać naukę wieloaspektowo, eksponować niepewność przedsięwzięć naukowych i zmierza w stronę silnej partycypacji obywatelskiej w nauce. W praktyce jednak centra te z różnych powodów ostatecznie pokazują naukę jako domkniętą, niekontrowersyjną. Trudno jest zaprojektować ekspozycję lub instalację, która ukazywałaby niepewność towarzyszącą odkryciom naukowym. Nawet gdybyśmy umieli projektować takie instalacje, to ich użytkownicy i użytkowniczki mogliby nie wiedzieć, czym jest to, z czym obcuje. Osoby te

czułyby się podobnie do ludzi realizujących oryginalne badania: niepewne, podatne, zaniepokojone. To nie są stany, które chcą wywoływać osoby tworzące centra nauki i techniki. W efekcie centra nauki i techniki nieczęsto dają nam odczuć, jak to jest, gdy rozwiązujemy nowy problem, nie wiedząc, czy jest on poprawnie sformułowany, czy nasze narzędzia pozwalają na niego odpowiedzieć, czy w dane nie wkraść się błąd, czy nie uwzględniliśmy czegoś ważnego, co zostanie nam wytknięte w toku debaty naukowej. Centra oferują zamiast tego łamigłówek z jednym prawidłowym, jednoznacznym i uzasadnionym rozwiązaniem. Ale centra wciąż pozwalają obcować z obiektami nauki: oferują doświadczenie powtarzalności efektów przyrodniczych, zaskakują nieoczywistymi zależnościami, niekiedy zachwycają.

### **Szczebel 5. Nauka obywatelska**

Nauka obywatelska (*citizen science*) zakłada aktywne włączanie ludzi spoza nauki w proces badawczy. Nie chodzi tylko o transparentność badań, ale o umożliwienie ludziom spoza nauki wspomaganie wysiłku naukowego (Bonney et al. 2014). Dopiero na tym szczeblu obywatele i obywatelki zostają w pełni wystawieni na niepewność nauki. Istotą nauki obywatelskiej, tak jak ją odczytuję, jest zaufanie odbiorcom i odbiorczyniom. Ufamy, że potrafią zrozumieć naukę. Ufamy, że kierują się dobrą wolą. Ufamy, że rozumieją, iż nauka też błądzi.

Nauka obywatelska często polega na wspieraniu badań w procesie pozyskiwania lub obróbki danych. Obywatele i obywatelki wspomagają NASA w analizie obrazów, ludzie z różnych części świata zbierają dane na temat roślin i zwierząt etc. Aby zaangażować ludzi w naukę, trzeba umiejętnie zaprojektować „interfejs” między naukowcami i nienaukowcami. Czasami chodzi tu dosłownie o projektowanie interfejsu, jak ma to miejsce w przypadku gier komputerowych umożliwiających ludziom rozwiązywanie autentycznych problemów naukowych. Paradigmatycznym przykładem jest tu gra FoldIt<sup>7</sup>, która oferuje interfejs umożliwiający osobom bez głębokiej znajomości krystalografii białek modelowanie struktur molekularnych. Modelowanie takie nie jest zadaniem prostym, a graczom udało się odkryć lepsze modele niż te, które proponowali zawodowi naukowcy.

Ludzie spoza nauki mogą jednak wносить dużo więcej, niż tylko obrabiane dane. Skrajnym przypadkiem nauki obywatelskiej jest historia, którą opisuje w książce *Impure Science* Steven Epstein (1998). W Stanach Zjednoczonych, na przełomie lat 80. i 90., czyli w dobie epidemii HIV/AIDS, gdy poszukiwano leku na nowo odkrytą chorobę, aktywiści i reprezentowani przez nich chorzy odegrali kluczową rolę w modernizacji systemów testów klinicznych. Należy podkreślić, że zmiana ta odbyła się w warunkach otwartego konfliktu: aktywiści

---

<sup>7</sup> <https://citizensciencegames.com/games/foldit/>

wymusili na środowisku lekarskim oraz politycznym zmianę systemu w taki sposób, aby testy kliniczne mogły być realizowane szybciej i sprawniej. Wola chorych, by brać udział w testach klinicznych, była niezbędna do tego, aby na rynek można było wprowadzić nowe leki. Osoby seropoztywne, w sytuacji, gdy nie dopuszczono do obrotu żadnych terapii, miały następujące opcje: (1) zgłosić się do testów klinicznych, (2) poczekać kilka lat, aż terapia wejdzie na rynek, lub (3) zdobyć ten sam preparat na czarnym rynku. Uczestnicząc w testach, brali na siebie ryzyko efektów ubocznych lub mogli trafić do grupy kontrolnej. W przypadku wielu chorych czekanie nie wchodziło w rachubę, gdyż osoby z diagnozą AIDS umierały w tamtym okresie w przeciągu miesięcy. Opcja trzecia wiązała się z podobnym ryzykiem co pierwsza, przy czym dochodziła możliwość bycia oszukany. Chorzy i aktywiści wykazywali się jednak przedsiębiorczością. Istniała nielegalna sieć zaangażowanych producentów i dystrybutorów, którzy dbali o dobrą jakość czarnorynkowych preparatów. Powstało wiele inicjatyw typu *buyers clubs*, w ramach których chorzy składali się, by pozyskać leki ze wszelkich możliwych źródeł, w tym z zagranicy. Można było też przystąpić do testów klinicznych, ale wymieniać się preparatami z osobami z drugiej grupy, by zagwarantować sobie, że zażywamy przynajmniej pół dawki substancji aktywnej. Podsumowując, chorzy próbowali radzić sobie z sytuacją, ale przy okazji podważali sensowność lub wręcz uniemożliwiali realizację testów klinicznych. Biorąc pod uwagę wiele powodów, dla których chorzy mogli nie chcieć uczestniczyć w testach klinicznych i trzymać się zasad narzuconych przez lekarzy. Kluczową rolę w rozstrzygnięciu tego dylematu społecznego odegrał ruch społeczny. Rzecznicy reprezentujący chorych argumentowali, że testy kliniczne mogą nie być najlepszą opcją dla poszczególnych osób, ale służyły dobru wspólnemu. Zachęcali do udziału w testach i budowali wśród osób chorych zaufanie do instytucji regulujących, koncernów farmaceutycznych oraz do nauki i medycyny. W zamian za to aktywiści wynegocjowali zmianę modelu testów klinicznych tak, by leki mogły trafić do obrotu możliwie szybko przy zachowaniu niezbędnych standardów rzetelności. Ukoronowaniem tej współpracy był spektakularny sukces w postaci wprowadzonej w 1996 roku terapii HAART. Terapia znacząco wydłużyła życie nosicieli HIV. Był to koniec epidemii HIV/AIDS w krajach, które mogły pozwolić sobie na to kosztowne rozwiązanie. Przykład aktywizmu HIV/AIDS ukazuje, jak wymagająca dla wszystkich stron może być nauka obywatelska. Z każdym szczeblem rosną nakłady, wymaga się całkiem nowych kompetencji, rosną też koszty emocjonalne.

## 2. Jak zręcznie komunikować naukę

Wiedza na temat tego, jak popularyzować naukę i angażować w nią obywateli, wciąż się rozwija. W obrębie studiów nad nauką i technologią zaangażowanie ludzi w naukę i ich odbiór wiedzy naukowej bada się od kilku dekad. Wyrazem tego jest nurt nadań nas publicznym rozumieniem nauki (*public understanding of science*, czasami *public engagement with science*) oraz badania nad



tym, jak społecznie funkcjonuje wiedza ekspercka (Collins & Evans 2002). Dużo wysiłku wkłada się w projektowanie centrów i muzeów edukacyjnych. Rozwija się też metody wizualizacji danych. Obszarem, który wydaje się rozwiniętym w najmniejszym stopniu, są kompetencje komunikacyjne popularyzatora/popularyzatorki nauki.

Bycie sprawnym popularyzatorem/popularyzatorką jawić się może jako kwestia charyzmy, talentu lub osobowości. Bardzo często pod takimi hasłami jak talent lub charyzma kryją się konkretne umiejętności, które można zbadać, opisać, poddać standaryzacji i ostatecznie przekazywać je w systematyczny sposób. Zakładam, że popularyzowanie wiedzy naukowej nie musi być traktowane jako sztuka: jest to rzemiosło, które można uczynić nauką. Choć nie znalazłem podręcznika, z którego można uczyć się podstaw popularyzacji, to sądzę, że możemy zebrać w tym miejscu kilka wskazówek jak popularyzować naukę, ze szczególnym uwzględnieniem trzeciego i do pewnego stopnia drugiego szczebla drabiny.

### ***2.1. Naucz najpierw siebie***

Nie jesteśmy w stanie sprawnie popularyzować jakiejś wiedzy, jeśli wykładając ją nie jesteśmy przekonujący dla siebie samych. Sądzę, że każda osoba parająca się uczeniem innych odniesie korzyść korzystając z techniki uczenia się przypisywanej Richardowi Feynmanowi. Technika ta jest prosta: wybierz zadnienie do opanowania, studiuj istniejącą wiedzę, spróbuj opowiedzieć o zagadnieniu sobie samemu lub osobie trzeciej, skup się na tych momentach, które sprawiły ci szczególną trudność i wróć do studiowania, a potem ponownie spróbuj wyłożyć zagadnienie w możliwie prosty i syntetyczny sposób. Gdy opanujesz już dane zagadnienie w takim stopniu, że będziesz mógł biegle i ze swobodą o nim opowiadać, znak to, że możesz wybrać kolejny obszar do opanowania. Każda osoba, która musiała podjąć się systematycznego wyłożenia jakiegoś zagadnienia, zapewne zna dobrze uczucie, gdy kończy z prezentowaniem materiału, który rozumie w sposób gruntowny i przechodzi do tej części materiału, z którą dopiero niedawno zaczęła pracować. W tym momencie wykład stanie się mniej płynny i traci swój „rytm”.

Technika Feynmana służy uczeniu siebie, ale nie jesteśmy w stanie zaszczepić innym wiedzy, jeśli sami nad nią nie panujemy. Dlatego warto korzystać z tej i z innych metod uczenia siebie jako narzędzia popularyzacji wiedzy. Samo popularyzowania nauki to nie seria pojedynczych aktów transmisji wiedzy, ale cykliczny proces, w którym uczymy siebie samych, by przekazać innym coś, a w toku przekazywania wiedzy innym identyfikujemy własne deficyty, nad którymi możemy dalej pracować.

## ***2.2. Ignorance is fun!***

Technika Feynmana odnosi nas do kwestii, z którą musimy mierzyć się popularyzując wiedzę: naszej własnej ignorancji. Często oczekiwania stawiane osobom popularyzującym wiedzę, czy w ogóle ekspertom i ekspertkom, są zawyżone. Nie znamy odpowiedzi na wszystkie pytania, wielu rzeczy nie jesteśmy pewni, wiele z tego co uważaliśmy za pewne, zostało uchylone. Każda osoba zajmująca się nauką powinna znać granice aktualnej wiedzy. Ale co zrobić z polem zdefiniowanej ignorancji, gdy popularyzujemy wiedzę? Możemy pominąć je milczeniem lub przyznać się do niewiedzy. Jest i trzecia opcja: możemy uczynić definiowanie ignorancji (własnej i nauki jako takiej) częścią procesu popularyzacji wiedzy. Dlaczego odbiorcy i odbiorczynie wiedzy naukowej mieliby nie być świadomi aktualnych ograniczeń nauki? Definiując obszary niewiedzy pokazujemy, że nauka wciąż się rozwija. Pokazujemy, że z jednej strony część tego, co wiemy, ulega rewizji, a horyzont tego, co można badać, wciąż się przesuwa. W taki sposób prezentujemy naukę jako przygodę, przedsięwzięcie, a nie niezmiennie zapisy.

## ***2.3. Wiedza wiedzy nierówna***

Jeden z głównych problemów związanych z komunikacją wiedzy naukowej – obok zawyżonych oczekiwań odbiorców i odbiorczyń – jest to, że nie każda dyscyplina naukowa jest równie solidna. Wiedzy nie dzieli się tylko na pewną i wątpliwą. Istnieje spektrum tego, jak bardzo pewni jesteśmy tego, co wiemy. Tym problemem zajmuje się ruch na rzecz nauki otwartej (Foster & Deardorff, 2017), który próbuje się uporać z kryzysem replikacji. Warto jest, by odbiorcy i odbiorczynie nauki zdawali sobie sprawę, że istnieje różnica między nowinkami a wielokrotnie potwierdzonymi tezami naukowymi. Samo demonstrowanie tego, jak bardzo pomysłowa jest nauka w swoich dążeniach do reprodukcji i replikacji badań naukowych, może być obiektem popularyzacji. Jak pokazała socjologia wiedzy naukowej, powtarzanie eksperymentów naukowych przez inne zespoły nie jest zadaniem trywialnym (Collin, 1974). Replikacja jako taka stanowi ciekawy materiał, z którym może pracować popularyzator nauki.

## ***2.4. Dopytuj, przeformułuj pytania i słuchaj***

Wiele pytań, które zadawane są osobom popularyzującym naukę, nie ma sensu. Nie można na nie odpowiedzieć przy bieżącym stanie wiedzy. Ewentualnie terminy użyte w pytaniu mogą być słabo zoperacjonalizowane. Pytania mogą być również zwyczajnie mało inspirujące lub mogą odciągać uwagę od tego, co osoba popularyzująca naukę chciałaby przekazać. Pytania tego typu padają często z tego prostego powodu, że formułowanie ciekawych, precyzyjnych pytań wymaga już na starcie sporej wiedzy na temat dziedziny problemowej. Herbert Simon podkreślał, że poprawne sformułowanie problemu lub

„naprawienie” pytania to bardzo często kluczowy moment w procesie rozwiązywaniu problemu. Warto, by popularyzatorzy i popularyzatorki o tym pamiętali. Chcąc ukazać znaczenie pracy z pytaniami zadawanymi przez odbiorców i odbiorczynie odwołam się do konkretnej sytuacji.

Pewnego razu musiałem uporać się z pytaniem dlaczego kobiety uznawane są za gorszych kierowców. W pierwszym odruchu chciałem skupić się na roli stereotypów (bo mechanizmy wydawały mi się dość oczywiste), ale zdecydowałem się sprawdzić, czy w ogóle istnieją dane, które pozwalałyby rozstrzygnąć, czy kobiety kierują gorzej od mężczyźn. Dlatego przyznałem się do niewiedzy, obiecałem sprawdzić stan badań i wrócić z odpowiedzią. Szybki przegląd literatury pokazał, że faktycznie istnieją badania na ten temat. Jednak problematyczną kwestią okazała się definicja bycia dobrym lub złym kierowcą/kierowczynią. Istnieją dane, które wskazują, że kobiety powodują więcej stłuczek, ale to mężczyźni powodują więcej wypadków. Jeśli dokonać segmentacji względem wieku, to obraz komplikuje się jeszcze bardziej. Na to wszystko można nałożyć kwestie związane z tym, że większość samochodów przez lata była projektowana pod kierowców i wiele rozwiązań stosowanych w motoryzacji jest nieergonomiczne dla kierowczyń. To utrudnia dokonywanie porównań. Wyjściowe pytanie nie było dość precyzyjne, ale nakierowywało na kilka innych, bardzo ciekawych problemów. Okazało się bardzo ciekawym punktem wyjścia dla dalszych poszukiwań.

Oczywiście pytania kłopotliwe, słabo zoperacjonalizowane można zignorować lub zdeprecjonować. Tylko że w ten sposób nie będziemy w stanie określić, które z komunikowanych treści znajdują oddźwięk, a które nie, oraz co jest szczególnie trudne dla odbiorców i odbiorczyń. Dlatego warto założyć, że nie ma głupich pytań: każde z nich jest w najgorszym wypadku okazją<sup>8</sup>. Jednak samo słuchanie pytań od odbiorców i próba ich przeformułowania to za mało. Trzeba słuchać aktywnie!

Słuchając aktywnie nie tylko komunikujemy autentyczne zainteresowanie tym, o co ktoś pyta. Staramy się zrozumieć również motywacje stojące za pytaniami i związane z nimi emocje. Słuchanie aktywne zakłada dopytywanie i parafrazowanie tego, co powiedziała osoba pytająca. Możemy też zaproponować kilka różnych dopracowanych wersji pytania wyjściowego, pozostawiając osobie pytającej możliwość wyboru, w którą stronę chciałaby pójść z pytaniem. Wchodząc w dialog z pytającym możemy pomóc tej osobie trafniej wyrazić pytanie i lepiej zrealizować jej potrzebę. Sami zaś uzyskujemy pewność, że dobrze zrozumieliśmy pytanie.

---

<sup>8</sup> O ile warto założyć, że nie ma głupich pytań, o tyle należy dopuszczać, że sam akt pytania może wciąż być „głupi”. Osoba formułująca pytanie może znać odpowiedź, może formułować jedno pytanie uporczywie po uzyskaniu na nie odpowiedzi, może też pytać bez intencji uzyskania odpowiedzi, w jakimś innym celu.

## 2.5. Unikaj komunikacji podszytej przemocą

Skoro jesteśmy przy dialogu warto zaadresować kwestię asymetrii w relacji osoby popularyzujące-publiczność. Pierwsza strona relacji wie więcej. Wie które pytania mają sens, a które nie. U drugiej strony może wywołać to trudne emocje. Nieumiejętna komunikacja może łatwo przełączyć się na działanie w modelu deficytowym. Są jednak techniki, które pozwolą wychwycić trudne emocje, określić potrzeby odbiorców, wreszcie zachować szacunek w komunikacji. Jedną z takich metod jest komunikacja bez przemocy (*nonviolent communication*, NVC; Rosenberg, 2020). Podejście to pozwala rozwiązywać (a właściwie uprzedzać) rozmaite konflikty interpersonalne, podnosi poziom współczucia, wspomaga procesy deliberacji obywatelskiej. Gdy próbujemy wyłożyć hermetyczne językowo, złożone poznawczo i potencjalnie trudne emocjonalnie treści grupie ludzi, która może czuć się zdominowana, NVC na pewno nie przeszkodzi. Troska o to, by osoby będące odbiorcami komunikatu nie poczuły się potraktowane z góry, może mieć fundamentalne znaczenie dla procesu popularyzacji. Czasami ważniejsze od tego, co mówimy, jest to, jak mówimy. Nie wystarczy zachęcać ludzi do zadawania pytań. Trzeba przekonać ich, że zależy nam na tym, by je usłyszeć. Jednocześnie doceniać należy, że ludzie, zadając pytania, odsłaniają się: zdradzając swoją niewiedzę, czynią się podatnymi. Ważne jest też to, by odbiorcy i odbiorczynie rozumieli, że złożoność wyводу nie jest próbą budowania dystansu między nimi a osobą nadającą, a jest podyktowane specyfiką tematyki.

Podstawowa zasada, którą podpowiada nam NVC brzmi: nie zadawaj pytań-pułapek! Jeśli odpowiedź na pytanie jest podchwytliwa, to zadając je publiczności na pewno przykujemy uwagę, ale także zantagonizujemy się przynajmniej z jedną osobą z publiczności i zniechęcimy kolejne osoby do udziału w rozmowie. Jeśli mamy zadawać pytania publiczności, to najlepiej takie, na które faktycznie chcemy usłyszeć odpowiedź. Niech odpowiedź nie będzie pretekstem dla kontynuowania naszej z góry zaplanowanej opowieści.

Załóżmy, że nauczyliśmy się komunikować zgodnie z NVC. Może się jednak zdarzyć, że druga strona nie jest zainteresowana tym, co mamy do przekazania. Może to my jesteśmy wciągani w pułapkę. Nie powinniśmy czegoś takiego zakładać z góry, niemniej musimy taką możliwość dopuszczać. Wiedza naukowa bywa wykorzystywana jako narzędzie rozgrywek politycznych i sporów ideologicznych. Osoby parające się pseudonauką przeinaczają wypowiedzi popularyzatorskie, a czasami manipulują popularyzatorkami i popularyzatorami. Być może osoby, do których adresujemy nasz komunikat, nastawione są na poszukiwanie potwierdzeń z góry założonych tez. Mogą też po prostu być nastawione na atakowanie światopoglądu naukowego jako takiego, doszukiwanie się błędów, eksponowanie ograniczeń. I tu dochodzimy do ważnego momentu. Zadaniem osoby popularyzującej naukę nie musi być zwalczanie uprzedzeń, wyciąganie ludzi z dysonansów poznawczych, w których tkwią, czy przełamywanie spaczenia confirmacyjnego. Może ona pomóc komuś przezwyciężyć

własne ograniczenia, ale nie wyręczy jej w tym. Próbując edukować na siłę, wpadamy w model deficytowy. NVC jest pomocne nie tylko dlatego, że pomaga w sformułowaniu łagodnego komunikatu, ale także dlatego, że pozwala nam stawiać granice, które mają chronić nas samych.

## **2.6. Okazuj entuzjazm!**

Pozostańmy jeszcze na moment przy emocjach. Przekazując wiedzę, którą uważamy za cenną, musimy wziąć pod uwagę własną autentyczność. Czy to, o czym mówimy, nas fascynuje i budzi nasz entuzjazm? Nie zakładajmy, że ktoś uzna dane zjawisko za fascynujące, jeśli nie będzie dostrzegał radości w osobie, która mu o nim opowiada. Popularyzując wiedzę, powinniśmy zarażać innych swoją fascynacją. Entuzjazm i autentyczne zainteresowanie najłatwiej nam okazać, gdy mówimy o czymś, na czym się znamy, gdy to coś wciąż stanowi dla nas wyzwanie. Innymi słowy, popularyzując wiedzę musimy pozostać w przestrzeni psychologicznego przepływu: poruszać tematy nas interesujące, znane nam, ale wciąż domagające się od nas uwagi i wymuszające skupienie. W innym przypadku nasi odbiorcy i nasze odbiorczynie będą czuć, że to, o czym opowiadamy, jest dla nas banalne lub będą widzieli, że z danym tematem się zmagamy. Myśląc o naszym entuzjazmie, musimy pamiętać o granicach naszych kompetencji, a to ponownie odnosi nas do techniki Feynmana.

## **2.7. Mów pół**

Bez względu na to, jak entuzjastyczni i otwarci będziemy, bez względu na to, jak biegli jesteśmy w danym temacie, to ten wciąż może być po prostu zbyt obszerny lub skomplikowany. Klątwa wiedzy eksperckiej polega na tym, że eksperci i ekspertki nie tylko mają dużo do powiedzenia, ale miewają problem ze zrozumieniem, że inni mogą nie nadążyć za ich rozumowaniem. Gdy już zrozumiemy jakiś problem, to wszystko wydaje się oczywiste. Tymczasem popularyzując, musimy wytłumaczyć coś osobom, które tego czegoś jeszcze nie rozumieją. Zamiast zarzucać ludzi informacjami musimy zachować umiar. Prosta zasada, którą każda osoba zajmująca się popularyzacją wiedzy może wypróbować, brzmi: powiedz połowę tego, co zamierzałeś/zamierzałaś przekazać! Lepiej jest powiedzieć mniej, zafascynować kogoś, zachęcić do dalszego studiowania, niż zdeorientować i zmęczyć. Popularyzacja nauki to nie prezentacja na konferencji naukowej. W tej drugiej sytuacji dążymy do tego, by przekonać odbiorców o swoich kompetencjach i uprzedzić ewentualne zarzuty. W tej pierwszej możemy już na starcie założyć, że cieszymy się kredytem zaufania i możemy liczyć, że osoby z publiczności dopytają nas. Pogadanka charakterystyczna dla wykładu nie sprawdzi się tak dobrze, jak metoda pytań otwartych lub formuła AMA (*ask me anything*).

Szczególnie problematyczne bywają dane, do których popularyzatorzy i popularyzatorki mogą chcieć się odwołać. „Podpieranie się” danymi obserwacyjnymi i eksperymentalnymi to strefa komfortu dla wielu osób parających się nauką. Czujemy się tam bezpiecznie, ale o wiele lepsze efekty uzyskamy formułując bardziej opisowe przykłady, najlepiej takie, które będą zakorzeniały wiedzę naukową w codziennych doświadczeniach. W danym nam czasie moglibyśmy przytoczyć tuzin badań, ale jeden dobrze zakorzeniony w wiedzy potocznej przykład zostanie lepiej zrozumiany i zapamiętany.

### ***2.8. Wspomagaj się narzędziami***

Osoby popularyzujące naukę mają do dyspozycji coś więcej niż swój głos, gesty, mimikę i ciało. Mogą odwoływać się nie tylko do metafor, przykładów z życia, ciekawych historii na temat ludzi nauki i ich perypetii. Dysponują również rozmaitymi wizualizacjami, symulacjami, urządzeniami pozwalającymi na proste demonstracje, czy choćby eksperymentami myślowymi. W procesie popularyzacji działają one jak rusztowania poznawcze, na których można się wesprzeć.

Narzędzia te mogą być bardzo proste. Oto prosty, acz fikcyjny przykład zaczerpnięty z filmu *Interstellar*. W jednej ze scen jeden bohaterów tłumaczy ideę tuneli czasoprzestrzennych za pomocą kartki papieru i ołówka. Przenośne zestawy mogą pomóc w objaśnieniu wielu kontrintuicyjnych kwestii. Łatwo zademonstrować to na przykładzie rachunku prawdopodobieństwa. Przykładowo, tłumacząc paradoks Monty’ego Halla, możemy posłużyć się miniaturowymi drzwiami i kozami. Możemy wytłumaczyć paradoks hazardzisty rzucając kostkami do gry, zachęcając przy okazji ludzi, by powtórzyli doświadczenie samodzielnie. Jeśli chodzi o fizykę, to możemy tłumaczyć grawitację jako zakrzywienie przestrzeni, korzystając z płachty z elastanu i kulek o różnej wielkości i masie<sup>9</sup>. Jeśli elastan ma regularny wzór typu kratka lub na materiale narysowano linie i okręgi, to zjawisko studni grawitacyjnej będzie jeszcze lepiej widoczne. W przypadku astronomii możemy demonstrować rzeczywistą skalę Układu Słonecznego za pomocą jabłka lub piłki pingpongowej: obiekt ten prezentujemy jako reprezentację Słońca, a wybrani uczestnicy spotkania reprezentujący poszczególne planety mają odejść od obiektu określoną liczbę kroków. Popularyzatorzy nauki mają bardzo wiele pomysłów na to jak z prostych, łatwo dostępnych i tanich przedmiotów stworzyć narzędzia wspomagające ich w popularyzacji wiedzy.

---

<sup>9</sup> <https://youtu.be/MTY1Kje0yLg>

### 3. Lista kontrolna

Lista zaleceń, którą zaprezentowałem, nie jest szczególnie odkrywczą. Praktycznie wszystkie sformułowane zalecenia dotyczą kwestii dość elementarnych. Ale to właśnie na podstawowych zagadnieniach chciałem się skupić, gdyż – jak zapowiadałem – w popularyzacji nauki nie ma niczego magicznego. Jest to rzemiosło, nie sztuka: umiejętność jak wiele innych, którą można rozbić na szereg prostych, możliwych do opanowania kompetencji, zasad, technik etc.

Omawiane zalecenia są dość obszerne i w toku spotkań z publicznością nie będziemy myśleli o tych wszystkich rzeczach. Ale możemy skondensować te pomysły do postaci listy kontrolnej. Idea listy kontrolnej jest taka, że jest to krótkie zestawienie rzeczy, których wykonanie jest niezbędne, acz nie gwarantuje sukcesu przy wykonywaniu określonego zadania. Takie listy tworzy się studiując przeszłe wypadki i uwzględniając najczęściej występujące krytyczne błędy. Doświadczenia pokazują, że do wielu katastrof dochodzi w wyniku trywialnych błędów i nieporozumień, a te często wynikają z rutyny. Lista kontrolna nie jest jednak po prostu zestawem zdań, a narzędziem, które musi być używane. List tego typu nie czytamy, a odkreślamy kolejne pozycje po wykonaniu powiązanych z nimi zadań lub sprawdzeniu danych elementów. Potęgą checklisty (por. Gawande, 2012) tkwi w tym, że zmusza nas do regularnego kontrolowania podstawowych elementów procesu i pozwala kontrolować negatywny wpływ rutyny na naszą sprawność.

Checklista popularyzatora/popularyzatorki to zestaw pytań, które warto przypominąć sobie przygotowując się do spotkania i – przede wszystkim – odpowiedzieć sobie na nie bezpośrednio po nim. Oto ona:

- (1) Płynność: czy panowałem/panowałem nad tematem i nie miałem/miałam momentów, gdy moja narracja „spowalniała”?
- (2) Akuratność: czy powstrzymałem/powstrzymałam się przed zalewaniem odbiorców informacjami?
- (3) Szczerłość: czy otwarcie mówiłem/mówiłam o ograniczeniach?
- (4) Komunikacja: czy słuchałem/słuchałam aktywnie?
- (5) Szacunek: czy komunikowałem/komunikowałam się z szacunkiem?
- (6) Entuzjazm: czy czyłem/czułam radość ?
- (7) Spryt: czy ułatwiłem/ułatwiłam sobie i osobom zgromadzonym zadanie wykorzystując proste narzędzia?

### Literatura przywoływana

- Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216-224.
- Bonney, R et al. (2014). Next steps for citizen science. *Science*, 343(6178), 1436-1437.
- Collins, H. M. (1974). The TEA set: Tacit knowledge and scientific networks. *Science Studies*, 4(2), 165-185.
- Collins, H., & Evans, R. (2002). The third wave of science studies: Studies of expertise and experience. *Social Studies of Science*, 32(2), 235-296.
- Collins, H., T. Pinch. (1998). *Golem, czyli co trzeba wiedzieć o nauce*. Tłum. A. Tanalska-Duleba. CiS.
- Epstein, S. (1998). *Impure Science. AIDS, Activism, and the Politics of Knowledge*. University of California Press.
- Foster, E. D., & Deardorff, A. (2017). Open science framework (OSF). *Journal of the Medical Library Association*, 105(2), 203.
- Gawande, A.. (2012). *Potęga checklisty*. Tłum. R. Śmietana. Znak.
- Latour, B. (1987). *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Harvard University Press.
- Pipes, D. (1998). *Potęga spisku. Wpływ paranoicznego myślenia na dzieje ludzkości*. BEJ Service.
- Rosenberg, M. (2020). *Nonviolent Communication (Porozumienie Bez Przemocy)*. Wyd. 3. Tłum. M. Markocka-Pepol. Czarna Owca.
- Tamborska, K. (2023). *Niemożliwy zwrot? Partycypacyjny potencjał komunikacji naukowej realizowanej przez centra nauki w świetle funkcjonalistycznego podejścia Niklasa Luhmanna*. Niepublikowana rozprawa doktorska. Szkoła Doktorska UMK: <https://bip.umk.pl/attachments/3089/download>

## Communicating science: the toolbox

### Abstract

The article presents several different ways of popularizing scientific knowledge. It is not scientific in the sense that it is not a report on a systematic study of the literature or empirical research. It is a tool room: a repository we can turn to in search of tools to help us solve a problem. The article offers three tools. The first is a typology of forms of participation in science. I treat the typology as a tool, too, because defining a problem can be seen as part of the problem-solving process. It's important to understand that there are different forms of science popularization and citizen science participation: each form requires



different competencies and will work in a different situation. It's also important to understand that there is a difference between science communication (i.e., what scientists do as part of their work) and science communication (i.e., dissemination of scientific results outside of science). These are two different modes of communication and require separate skills. The second tool is a set of heuristics that may be of interest to those already parsing science communication, but having difficulty communicating science. The last tool is a proposal for a science popularizer's checklist. It is based on my own experience. Anyone interested in science communication can check this tool in action, modify it for themselves, or create their own list, which I encourage you to do.

**Keywords:** popularizing science; typology; heuristics; checklist; forms of participation in science